

Deteksi dan Identifikasi Cendawan Terbawa Benih *Brassicaceae*

Detection and Identification of *Brassicaceae* Seedborne Fungi

Anthoni Sulthan Harahap, Titiek Siti Yuliani, Widodo*

Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

ABSTRAK

Penggunaan benih bermutu merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi pertanian karena mampu meningkatkan produksi dan mengurangi adanya permasalahan penyakit di lapang. Masuknya benih ke suatu negara melalui kegiatan impor berpotensi menjadi sarana masuknya patogen baru, sehingga perlu dilakukan deteksi dan identifikasi terhadap benih tersebut. Penelitian ini bertujuan mendeteksi dan mengidentifikasi cendawan terbawa benih *Brassicaceae* dari Amerika Serikat dan Malaysia. Benih, baik yang diberi perlakuan sterilisasi permukaan maupun tidak, diinkubasikan pada 5 lembar kertas hisap lembap pada suhu 27–30 °C selama 14 hari. Cendawan yang tumbuh pada benih diisolasi menggunakan medium agar-agar dekstroza kentang dan agar-agar ekstrak malt untuk diidentifikasi secara morfologi. Tiga cendawan yang paling banyak ditemukan, baik pada benih yang permukaannya disterilkan maupun tidak ialah *Aspergillus flavus*, *Curvularia lunata*, dan *A. niger*. Semua cendawan tersebut berpotensi sebagai patogen pada benih dan kecambah *Brassicaceae*. Selain itu juga ditemukan dalam jumlah yang kecil *Phoma lingam* pada benih pak choy putih yang merupakan patogen penting pada tanaman *Brassicaceae*.

Kata kunci: karakter koloni, karakter morfologi, metode *blotter test*, uji patogenisitas

ABSTRACT

Seed quality is very critical in agricultural production, especially to gain high yield and reduce disease problems in the field. New diseases or pathogens is potentially entering a country through seed movement by import activity. This study aimed to detect and identify seed-borne fungi from *Brassicaceae* seeds imported from the United States and Malaysia. Seeds were incubated on 5 sheets of wet blotting paper at a temperature of 27–30 °C for 14 days following surface sterilization. Each fungus that grows on the seed was isolated on potato dextrose agar and malt extract agar for further morphological identification. The three fungi most commonly found either on the seed with or without surface-sterilization were *Aspergillus flavus*, *Curvularia lunata* and *A. niger*. All of the fungi were a potential pathogen in the family *Brassicaceae* seeds and seedlings. Important pathogen in *Brassicaceae* crops, i.e. *Phoma lingam* was also found in small amounts and only on white pak choy seeds.

Key words: blotter test, colony characteristics, morphological characteristics, pathogenicity test

*Alamat penulis korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper, Kampus Darmaga IPB, Bogor 16680
Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362, Surel: widodo@ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Benih merupakan salah satu komponen penting dalam keberhasilan peningkatan produksi pertanian. Penggunaan benih bermutu mampu meningkatkan produksi pertanian dan mengurangi serangan hama dan penyakit di lapangan. Patogen terbawa benih dapat menyebabkan penurunan viabilitas benih, peningkatan kematian bibit, penurunan hasil, peningkatan perkembangan penyakit, perubahan komponen kimia benih, dan ledakan penyakit pada suatu daerah (Agarwal dan Sinclair 1996).

Indonesia masih mengimpor beberapa benih untuk memenuhi kebutuhan benih nasional, di antaranya ialah *Brassicaceae*. Selama tahun 2013, Indonesia mengimpor 7075 kg benih *Brassicaceae* yang berasal dari China, Jepang, Malaysia, Perancis, Thailand, Korea Selatan, dan New Zealand (Barantan 2014). Import benih merupakan salah satu cara patogen dapat menyebar dari tempat asalnya menuju tempat baru. Patogen jenis cendawan dapat menyebar melalui miselium dorman yang menetap pada setiap bagian benih seperti kulit biji atau pada kulit buah. Hal tersebut menimbulkan risiko masuknya cendawan terbawa benih ke dalam suatu negara. Menurut Cram dan Fraedrich (2009) risiko penyebaran cendawan terbawa benih ke suatu negara dapat dicegah melalui pengujian kesehatan benih. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mendeteksi dan mengidentifikasi cendawan terbawa benih *Brassicaceae* serta menentukan patogenesis cendawan tersebut.

BAHAN DAN METODE

Benih yang digunakan ialah benih kubis bunga (*Brassica oleracea* var. *italica*) asal Amerika Serikat yang diperoleh dari koleksi Balai Besar Karantina Pertanian Tanjung Priok dan benih sawi hijau (*B. rapa* var. *parachinensis*), kubis cina (*B. rapa* f. *annua*), pak choy putih (*B. rapa* subsp. *chinensis*) dan pak choy (*B. rapa* subsp. *chinensis*) asal Malaysia yang diperoleh dari toko pertanian di Kabupaten Karimun, Provinsi Kepulauan Riau.

Metode Blotter Test

Benih disterilisasi permukaan menggunakan NaOCl 1% selama 3 menit, lalu dibilas air steril 3 kali dan sebagai kontrol digunakan benih yang tidak disterilkan. Setiap uji menggunakan 100 benih (25 benih/cawan). Benih diinkubasikan selama 14 hari pada suhu ruang. Pengamatan dilakukan terhadap daya kecambah dan persentase infeksi dengan rumus:

$$\text{Daya kecambah} = \frac{\sum \text{benih berkecambah}}{\sum \text{benih diinkubasi}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase infeksi} = \frac{\sum \text{benih terinfeksi}}{\sum \text{benih diinkubasi}} \times 100\%$$

Isolasi dan Identifikasi

Cendawan yang tumbuh pada benih diisolasi pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK) dan agar-agar ekstrak malt (AEM) dan diinkubasi pada suhu ruang. Cendawan yang tumbuh dimurnikan dan disimpan dalam agar-agar miring ADK pada suhu 18 °C untuk uji lanjut. Identifikasi cendawan berdasarkan pada karakter koloni dan morfologi cendawan mengikuti buku kunci identifikasi Boerema *et al.* (2004), Domsch *et al.* (1980), Ellis (1971), Sutton (1980), dan Watanabe (2002).

Identifikasi terhadap karakter morfologi cendawan dilakukan dengan menumbuhkan isolat cendawan pada agar-agar blok ADK atau AEM sesuai dengan genus cendawan (modifikasi metode Riddle), diinkubasi selama 4 hari, lalu diamati dengan mikroskop. Isolat cendawan ditumbuhkan pada medium AEM, agar-agar czapek dox ekstrak khamir (ACDEK), agar-agar czapek dox ekstrak khamir sukrosa 20 % (ACDEKS 20%), dan agar-agar czapek dox (ACD) untuk pengamatan karakter koloni.

Uji Patogenesis Cendawan

Permukaan benih disterilkan menggunakan NaOCl 1% selama 3 menit, lalu dibilas air steril 3 kali. Benih ditanam di atas koloni biakan murni cendawan berumur 7 hari. Sebanyak 40–80 benih diujikan pada setiap isolat (20 benih/cawan petri) bergantung pada ketersediaan benih. Sebagai kontrol

benih ditanam pada ADK tanpa cendawan. Benih diinkubasi selama 14 hari, pengamatan dilakukan terhadap persentase infeksi dengan rumus:

$$\text{Persentase infeksi} = \frac{A + B}{C} \times 100\%, \text{ dengan}$$

A, jumlah benih tidak berkecambah; B, jumlah kecambah nekrosis atau mati; dan C, Jumlah benih yang diinkubasi,

HASIL

Cendawan Terbawa Benih *Brassicaceae*

Permukaan benih kubis bunga asal Amerika Serikat dan benih sawi hijau asal Malaysia yang tidak disterilisasi bebas dari cendawan, sedangkan pada benih kubis cina, pak choy putih dan pak choy yang permukaannya disterilisasi terdapat *Aspergillus niger*, *A. flavus*, dan *Curvularia lunata* (Tabel 1).

Cendawan yang ditemukan pada benih pak choy putih yang tidak disterilisasi adalah *A. flavus*, *A. niger*, *C. lunata* (karakter sama dengan cendawan yang ditemukan pada benih sebelumnya) dan *Phoma lingam*. Karakter koloni *P. lingam* yang ditemukan ialah miselium aerial, berwarna krem atau kuning kecokelatan dan berubah menjadi coklat kehitaman dengan bertambahnya umur cendawan, ditemukan piknidium pada benih

atau biakan, berwarna coklat, memiliki satu atau beberapa leher papila.

Infeksi Benih pada Uji Patogenisitas

Gejala yang diamati pada uji patogenisitas menggambarkan hampir tidak ada benih berkecambah sehat. Persentase infeksi *Aspergillus*, *Curvularia*, dan *Phoma* mencapai 100%, sedangkan persentase infeksi *Chaetomium* mencapai 94%. Gejala infeksi *Aspergillus* dan *Phoma* pada benih paling banyak ialah berupa benih mati tidak berkecambah (49–100% dan 87%) (Tabel 2).

Gejala infeksi *Curvularia* pada benih paling banyak ialah berupa benih berkecambah dan mengalami nekrosis, diikuti benih berkecambah lalu mati dan benih mati tidak berkecambah. Gejala infeksi *Chaetomium* paling banyak ialah benih berkecambah dan mengalami nekrosis, diikuti benih mati tidak berkecambah serta benih berkecambah lalu mati (Tabel 2).

Pada gejala benih mati tidak berkecambah, benih ditutupi oleh massa miselium cendawan dan jika dibuka lalu ditekan benih akan hancur karena telah membusuk. Benih yang tumbuh menjadi kecambah juga dapat mengalami nekrosis akibat serangan cendawan sehingga plumula, radikula atau daun kecambah menguning. Gejala nekrosis lanjut dapat menyebabkan kecambah menjadi mati.

Tabel 1 Cendawan pada benih *Brassicaceae* berdasarkan hasil *blotter test*

Benih	Daya kecambah (%)		Insidensi infeksi (%)				
			<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Curvularia lunata</i>	<i>Phoma lingam</i>	<i>Chaetomium globosum</i>
Kubis bunga ^a	T	97	0	0	0	0	0
	S	97	0	1	1	0	0
Sawi hijau ^b	T	88	0	0	0	0	0
	S	89	0	4	0	0	0
Kubis cina ^b	T	90	8	0	2	0	0
	S	88	1	2	1	0	0
Pak choy putih ^b	T	9	3	5	4	2	0
	S	14	1	3	0	0	0
Pak choy ^b	T	90	1	0	0	0	1
	S	91	1	4	0	0	0

^aAsal Amerika Serikat, ^bAsal Malaysia; T, Tanpa sterilisasi permukaan, S, Sterilisasi permukaan

Tabel 2 Uji patogenesis cendawan pada benih *Brassicaceae*

Benih/cendawan	Jumlah benih uji (biji)	Jumlah benih (%) dengan kondisi gejala penyakit				Insidensi penyakit (%)
		BS	TB	BN	BM	
Kubis bunga						
<i>Aspergillus flavus</i>	60	0	49	28	23	100
<i>Curvularia lunata</i>	40	0	0	88	12	100
Sawi hijau						
<i>Aspergillus flavus</i>	60	0	98	0	2	100
Kubis china						
<i>Aspergillus niger</i>	80	0	96	1	3	100
<i>Aspergillus flavus</i>	60	0	98	0	2	100
<i>Curvularia lunata</i>	80	3	37	4	56	98
Pak choy putih						
<i>Curvularia lunata</i>	60	0	7	40	53	100
<i>Aspergillus flavus</i>	60	0	95	3	2	100
<i>Phoma lingam</i>	60	0	87	7	6	100
<i>Aspergillus niger</i>	60	0	98	0	2	100
Pak choy						
<i>Chaetomium globosum</i>	80	6	32	39	23	94
<i>Aspergillus niger</i>	40	0	100	0	0	100
<i>Aspergillus flavus</i>	80	4	96	0	0	96

BS, benih berkecambah sehat; TB, benih mati tidak berkecambah; BN, benih berkecambah dan mengalami nekrosis; BM, benih berkecambah lalu mati.

PEMBAHASAN

Melalui *blotter test* ditemukan 5 spesies cendawan yang dikelompokkan sebagai cendawan lapangan, yaitu *P. lingam* dan *C. lunata*; cendawan penyimpanan, yaitu *A. flavus* dan *A. niger*; dan cendawan pada bahan rusak, yaitu *C. globosum*.

Cendawan yang dideteksi pada benih *Brassicaceae* ini juga dilaporkan berasosiasi pada benih padi, gandum, *Cucurbitaceae*, wortel, seledri, terung, kakao, mahoni, dan kusum (Duan *et al.* 2007; Ora *et al.* 2011; Ismail *et al.* 2012; Baharuddin *et al.* 2013; Abdelwehab *et al.* 2014; Hossain *et al.* 2014; Srivastava 2014).

Beberapa kerusakan pada benih yang diamati dengan menggunakan metode *blotter test* ialah benih mati (tidak berkecambah) dalam keadaan keras ataupun busuk, perubahan warna benih, hambatan pertumbuhan kecambah, dan nekrosis yang dapat disebabkan oleh cendawan terbawa

benih. Duan *et al.* (2007) menyatakan cendawan terbawa benih dapat menyebabkan benih berkerut atau berubah warna. *A. flavus* dan *A. niger* bersifat toksik dan cepat merusak benih, serta mampu menyebabkan busuk benih *Brassicaceae* (Khan *et al.* 2006).

Cendawan yang berpotensi sebagai patogen mampu menyebabkan benih busuk tidak berkecambah, nekrosis pada kecambah, hambatan pertumbuhan kecambah, atau kematian kecambah. Hal tersebut diduga karena infeksi cendawan pada benih menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat toksik bagi benih maupun kecambah sehingga menyebabkan pembusukan benih dan kematian kecambah (Ora *et al.* 2011). Howlett (2006) melaporkan bahwa toksin cendawan tular benih berperan dalam penghambatan pertumbuhan kecambah, perubahan warna, pelapukan, dan pembusukan benih.

A. niger dan *A. flavus* dikenal sebagai saprob obligat yang sering diisolasi dari benih (Kakde *et al.* 2012). Cendawan

ini menghasilkan toksin yang mengubah kandungan kimia, menurunkan nilai nutrisi dan viabilitas, serta menyebabkan kematian benih atau kecambah beberapa tanaman (Duan *et al.* 2007; Hussain *et al.* 2013). *A. niger* terbukti patogen terhadap perkecambahan benih jagung di Pakistan (Hussain *et al.* 2013) dan juga dilaporkan oleh Pawar *et al.* (2008) sebagai penyebab penyakit bercak daun pada jahe di India. *Aspergillus* spp. dan *C. geniculata* bersifat patogen terhadap benih kakao yang menyebabkan perubahan warna pada benih kakao dari coklat mengkilat menjadi coklat putih sehingga menurunkan viabilitas dan vigor benih (Baharuddin 2013).

P. lingam merupakan patogen pada tanaman *Brassicaceae* yang dapat menyebabkan benih berkerut dan berkurang ukurannya serta mampu menyebabkan busuk benih. Patogen tersebut merupakan penyebab penyakit kaki hitam penting pada *Brassicaceae* di Australia, Kanada dan Eropa yang dapat menyebabkan kehilangan hasil sampai 95% (Hammoudi *et al.* 2012). *P. lingam* tergolong organisme pengganggu tumbuhan karantina golongan A2 yang penyebarannya masih terbatas di wilayah Indonesia (Permentan No. 93 Tahun 2011) dan belum terdapat laporan terbaru mengenai *P. lingam* di Indonesia.

P. lingam dapat ditemukan di dalam benih *Brassicaceae* berupa miselium dorman di dalam kulit biji atau di dalam embrio (West *et al.* 2001). *P. lingam* terbawa benih kurang berperan dalam menyebabkan infeksi pada tanaman, tetapi lebih berperan dalam penyebaran dan perkembangan penyakit pada daerah baru. *Leptosphaeria maculans* (anamorf: *P. lingam*) menghasilkan metabolit sekunder sirodesmin PL yang merupakan toksin yang menyebabkan klorosis pada daun tanaman dan belum diketahui perannya dalam penyakit kaki hitam (Gardiner *et al.* 2004).

C. globosum merupakan spesies yang umum dan kosmopolitan, hidup secara saprob pada rizosfer, filosfer, pengoloni utama tanah dan bahan yang mengandung selulosa seperti sisa tanaman, benih, kompos, kotoran hewan, kertas, dan bahan lainnya yang mengandung selulosa, serta dilaporkan berpotensi sebagai

agens pengendali (Syed *et al.* 2009; Mol *et al.* 2014). *C. globosum* dilaporkan efektif untuk mengurangi busuk benih dan rebah kecambah yang disebabkan patogen tular benih dan tular tanah seperti *Pythium ultimum*, *Alternaria raphani*, *A. brassica*, *Fusarium* spp. Antagonisme bervariasi mikoparasitisme, antibiosis, kompetisi, induksi ketahanan pada tanaman dan hifa interferens. *C. globosum* menghasilkan chaetoglobosin-c yang dapat menghambat beberapa patogen tanaman (Sibounnavong *et al.* 2011).

Pada penelitian ini diketahui bahwa *C. globosum* berpotensi sebagai patogen terhadap benih dan kecambah *Brassicaceae*. Sementara ini belum ditemukan publikasi yang mendukung hal tersebut meski cendawan ini banyak berasosiasi pada berbagai benih tanaman. Hal ini diduga karena pada uji patogenisitas kecambah yang ditumbuhkan pada medium ADK dalam keadaan lemah atau akan mati sehingga bisa dikolonisasi oleh *C. globosum* yang merupakan kelompok cendawan yang secara normal tidak menginfeksi benih yang masih utuh, akan tetapi infeksi mudah terjadi pada benih yang mengalami kerusakan dan membutuhkan kelembapan yang tinggi (Atanda *et al.* 2013). Syed *et al.* (2009) menyatakan *Chaetomium* endofit diduga memproduksi enzim yang dapat merusak dinding sel tanaman selama proses kolonisasi tanaman inang dan mampu memanfaatkan berbagai bahan yang berasal dari dinding tanaman inang.

Benih kubis bunga asal Amerika Serikat dan benih sawi hijau, kubis china, pak coy putih dan pak coy asal Malaysia dideteksi mengandung cendawan saprob *A. niger* dengan total persentase infeksi (1.5%), *A. flavus* (1.9%), *C. globosum* (0.1%) dan cendawan parasit *C. lunata* (0.8%), *P. lingam* (0.2%) yang berpotensi sebagai patogen pada benih ataupun kecambah *Brassicaceae*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Badan Karantina Pertanian, Kementrian Pertanian Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelwehab SA, El-Nagerabi SAF, Elshafie AE. 2014. Mycobiota associated with imported seeds of vegetables crops in Sudan. *Open Mycology J.* 8:156–173. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/18744370101408010156>.
- Atanda SA, Pessu PO, Aina JA, Agoda S, Adekalu OA, Ihionu GC. 2013. Mycotoxin management in agriculture. *Green J Agric Sci.* 3(2):176–184.
- Agarwal VK, Sinclair JB. 1996. *Principles of Seed Pathology*. New York (US): Lewis Publishers.
- Baharuddin, Purwantara A, Ilyas S, Suhartanto MR. 2013. Pathogenicity of several seed-borne fungi isolates on hybrid cocoa seeds. *J Litri.* 19(1):1–7.
- [Barantan] Badan Karantina Pertanian. 2014. Laporan Tahunan TA. 2011–2013. Jakarta (ID): Badan Karantina Pertanian.
- Boerema GH, de gruyter J, Noordeloos ME, Hamers MEC. *Phoma Identification Manual: Differentiation of Specific and Intraspecific Taxa in Culture*. London (UK): CABI.
- Cram MM, Fraedrich SW. 2009. Seed diseases and seedborne pathogens of North America. *Tree Planters' Note.* 53(2):35–44.
- Domsch KH, Gams W, Heidi T. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. London (UK): Academic Pr.
- Duan C, Wang X, Zhu Z, Wu X. 2007. Testing of seed borne fungi in wheat germplasm conserved in the national crop genebank of China. *Agric Sci Chin.* 6(6):682–687. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927\(07\)60100-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1671-2927(07)60100-X).
- Ellis MB. 1971. *Dematiaceous Hyphomycete*. London (UK): CAB Commonealth Mycological Institute.
- Gardiner DM, Cozijnsen AJ, Wilson LM, Pedras MSC, Howlett BJ. 2004. The sirodesmin biosynthetic gene cluster of the plant pathogenic fungus *Leptosphaeria maculans*. *Mol Microbiol.* 53(5):1307–1318. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2958.2004.04215.x>.
- Hammoudi O, Salman M, Abuamsha R, Ehlers R. 2012. Effectiveness of bacterial and fungal isolates to control *Phoma lingam* on oilseed rape *Brassica napus*. *Americ J Plant Sci.* 3:773–770. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2012.36093>.
- Hussain N, Hussain A, Ishtiaq M, Azam S, Hussain T. 2013. Pathogenicity of two seed-borne fungi commonly involved in maize seeds of eight district of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *Afric J Biotechnol.* 12(12):1363–1370.
- Hossain I, Dey P, Dilruba K. 2014. Quality of vegetable seeds collected from mymensingh region in Bangladesh. *Int J Appl Sci Biotechnol.* 2(1):103–108. DOI: <http://dx.doi.org/10.3126/ijasbt.v2i1.9926>.
- Howlett. 2006. Secondary metabolite toxins and nutrition of plant pathogenic fungi. *Curr Opin Plant Biol.* 9(4):371–375. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2006.05.004>.
- Ismail M, Anwar SA, ul-Haque MI, Iqbal Azar, Ahmad N, Arain MA. 2012. Seed-borne fungi associated with cauliflower seeds and their role in seed germination. *Pak J Phytopathol.* 24(1):26–31.
- Kakde RB, Badar KV, Pawar SM, Chavan AM. 2012. Storage mycoflora of oilseed: a review. *Int Multidiscip Res J.* 2(3):39–42.
- Khan T, Mustafa G, Zaher-ud-Din. 2006. In-vitro chemical control of *Aspergillus flavus* causing seed rot of crops of family *Brassicaceae* [abstract]. *Pak J Sci Ind Res.* 49(6):431–433.
- Mol B, Ramarethinam S, Murugesan NV. 2014. Compatibility study if *Chaetomium globosum* with the fungicides (ridomil, blue copper and score). *Int J Chem Tech Res.* 6(5):3019–3024.
- Neergaard P. 1969. Seed-borne disease: inspection for quarantine in Africa. *Handbook for Phytosanitary Inspectors in Africa.* 380–393.
- Ora N, Faruq AN, Islam MT, Akhtar N, Rahman MM. 2011. Detection and identification of seed borne pathogen from some cultivated hybrid rice varieties in Bangladesh. *Mid J Sci Res.* 10 (4):482–488.

- Pawar NV, Patil VB, Kamble SS, Dixit GB. 2008. First report of *Aspergillus niger* as a plant pathogen on *Zingiber officinale* from India. Plant Dis. 92(9):1368. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-92-9-1368C>.
- [Permentan] Peraturan Menteri Pertanian No. 93 Tahun 2011. Jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina. Jakarta (ID): Kementrian Pertanian.
- Sibounnavong P, Soyong K, Makhonpas C, Adthajadee A. 2011. Evaluation of *Chaetomium*-mycophyt to promote the growth of kale. J Agric Technol. 7(5):1427–1433.
- Srivastava AK. 2014. Seed mycoflora of kusum (*Schleichera oleosa* (Lour) Oken, famili Sapindaceae) and their frequency variation during one year of fungal infestation. Online Int Interdis Res J. 4(3I):139–142.
- Sutton BC. 1980. *The Coelomycetes: Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata*. Kew (UK): CAB Commonwealth Mycological Institute.
- Syed NA, Midgley DJ, Ly PKC, Saleeba JA, McGee PA. 2009. Do plant endophytic and free-living *Chaetomium* species differ?. Aus Mycol. 28:51–55.
- Watanabe T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. Ed ke-2. Florida (US): CRC Press LLC.
- West JS, Kharbanda PD, Barbeti MJ, Fitt BDL. 2001. Review article: epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia. Plant Pathol. 50:10–27. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3059.2001.00546.x>.